

5. Баженова И.Ю. Основы проектирования приложений баз данных. – М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 238 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428933&sr=1

6. Грабер М. SQL. – М.: Лори, 2007. – 643 с.

УДК 669-042

А. И. Жужгов, В. В. Лавров, И.А. Гурин, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ПЕРЕВОЗКУ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. *Статья посвящена проблеме развития логистических связей, оптимизации транспортных перевозок, в частности, затрат на её осуществление. Кратко описывается математическая модель оптимизации и процесс разработки web-приложения, которое позволит рассчитывать оптимальную стоимость перевозки продукции, предоставлять пользователю результаты расчета в графическом виде. В ходе работы применены методы эффективной организации и ведения специализированного алгоритмического и программного обеспечения: использование гибкой методологии разработки (Agile) и task-трекера Atlassian JIRA для ведения проекта, взаимодействия с заказчиком во время разработки, отслеживания ошибок, визуального отображения задач и мониторинга процесса их выполнения; функциональное моделирование процессов для реализации web-приложения решения задачи оптимизации затрат на перевозку продукции на основе методологии IDEF0 и средства реализации Ramus Educational; использование методики коллективного владения программным кодом на основе сервиса (удаленного репозитория) Atlassian Bitbucket.*

Ключевые слова: *транспорт, оптимизация, процесс, математическая модель, разработка, информационная система. Agile, IDEF0, Ramus Educational, Atlassian Bitbucket.*

Abstract. *The article is devoted to solving the problem of developing logistics ties, optimizing transportation, in particular, the costs of its implementation. The mathematical model of optimization and the process of developing a web application, which will allow calculating the optimal cost of transportation of products, provide the user with the results of the calculation in a graphical form, are briefly described. In the course of the work, methods of effective organization and maintenance of specialized algorithmic and software were applied: the use of flexible development methodology (Agile) and the Atlassian JIRA task tracker for project management, interaction with the customer during development, tracking errors, visual display of tasks and monitoring the process of their implementation ; functional modeling of processes for the implementation of a web application for solving the problem of optimizing the costs of transportation of products based on the IDEF0 methodology and Ramus Educational tools; using the method of collective ownership of the program code based on the service (remote repository) Atlassian Bitbucket.*

Key words: *transport, optimization, process, mathematical model, development, information system. Agile, IDEF0, Ramus Educational, Atlassian Bitbucket.*

В условиях последовательного перехода к высокоразвитой рыночной экономике каждый хозяйствующий субъект, стремится к обеспечению своего эффективного и прибыльного функционирования. Важность выбора изучения процесса грузоперевозок объясняется функционированием на современном

рынке большого количества поставщиков одинаковых материальных ресурсов и товаров, а также сложной и запутанной системой логистических поставок.

Решения по оптимизации транспортных перевозок органично вливаются в общее направление развития логистики в современном мире. Выбор оптимального пути, стоимости перевозки благоприятно скажется на общем функционировании мирового рынка. Добиться этого можно, прибегнув к современным методам решения оптимизационных задач. Одним из этих методов может служить создание web-сервиса. Основной целью ставится задача создания математического, алгоритмического и программного обеспечения расчёта и оптимизации транспортных перевозок с помощью современных информационных систем.

Описание математической модели. При составлении математической модели будет использоваться исходные данные тестового варианта. Обозначим через x_{ij} , $i = \overline{1,5}$, $j = \overline{1,4}$ количество деталей, отправляемых заводом A_i мастерской B_j . Стоимость перевозок обозначим через c_{ij} . Из постановки задачи следует, что требуется минимизировать общие расходы на перевозку:

$$Z = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^4 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min_{x_{ij}}. \quad (1)$$

Задача решается при следующих ограничениях:

- 1) все детали из всех заводов должны быть вывезены.

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 25, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 10, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 30, \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} &= 20, \\ x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} &= 15, \end{aligned} \quad (2)$$

- 2) спрос на детали всех мастерских должны быть удовлетворен.

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} &= 30, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} &= 20, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} &= 25, \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} &= 25, \end{aligned} \quad (3)$$

- 3) из физического смысла величин x_{ij} следует ограничение:

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1,5}, j = \overline{1,4}. \quad (4)$$

Соотношения (1)-(4) представляют математическую модель рассматриваемой задачи.

Среди современных средств решения задач по оптимизации выбор сделать не просто, но исходя из ряда требований, определяющих качество решения проблемы и удобство взаимодействия с пользователем, можно значительно сузить круг и сделать окончательный выбор [1, 2]. Solver Foundation предлагает высококачественные инструменты для разработчиков, собирающихся использовать методы оптимизации в своих решениях, позволяя решать модели в приложениях даже разработчикам, которые не являются экспертами в математическом моделировании.

На сегодняшний момент Solver Foundation обладает следующими ключевыми возможностями:

- моделирование и решение сценариев с помощью ограничений, целей и данных;
- разработка на языке Optimization Modeling Language (OML), императивно в C#, функционально в F# или на любом другом языке .NET;
- встроенные решатели задач для наиболее распространенных типов моделей.

Большим преимуществом Solver Foundation является то, что можно сосредоточиться на моделировании и разработке, и не нужно заботиться о том, как работают алгоритмы [3-5].

Средства реализации современных web-приложений. На данный момент существует множество средств для реализации web-приложений, использующих абсолютно разные языки программирования. Для начала стоит отметить все части разработки web-приложений.

Первым и особо важным для крупных и полнофункциональных сайтов уровнем является уровень сервера. Полностью невидимый для конечного пользователя данный уровень представляет собой ядро всего сайта. Типичными и особо распространенными средствами для программной реализации этой части сайта являются язык программирования PHP и система управления базами данных MySQL. Язык PHP представляет собой скриптовый мультипарадигменный язык программирования. Конкуренцию данному инструменту могут составить такие языки программирования как Python (включая фреймворки Django, TurboGears и web2py), Ruby (включая фреймворк Ruby on Rails), программная платформа Node.js и технология ASP.NET [6].

Технология ASP.NET и NET Core, в свою очередь, включает в себя целый набор средств для реализации веб-приложений и веб-сервисов и позволяет использовать для разработки любой язык программирования из доступных на платформе .NET. Одной из задач функционирования серверной части веб-приложения является поддержка веб-интерфейса приложения, что сводится, в конечном счете, к динамической генерации html-страниц. Ни для кого не секрет, что язык HTML не является языком программирования, а служит исключительно для разметки документа, а применяется обычно в связке с языком описания внешнего вида CSS, позволяющим снабдить html-страницу любыми дизайнерскими изысками. Поэтому уместен вопрос, какие существуют средства для создания интерактивных веб-приложений.

Так называемым монополистом в области разработки клиентской части веб-приложений является язык JavaScript, созданный с единственной целью – придать статичным страницам интерактивности. Стоит отметить, что благодаря вышеупомянутому проекту Node.js, существует и активно используется возможность написания обеих частей веб-приложения (и серверной, и клиентской) с использованием одного языка программирования – JavaScript.

Подводя итог, следует отметить, что разработка веб-приложений или веб-сайтов порой является довольно трудоемкой задачей, в решении которой задействованными оказываются целые команды разработчиков. Можно сказать, что разработка веб-проектов представляет собой пример разработки информационной системы. Вместе с возрастающим уровнем сложности таких

проектов возрастает и необходимость в выборе правильных средств для программной реализации [7].

Задачи, которые ставятся для достижения этой цели в системе контроля версий и ошибок JIRA [8], представлены на рисунке 1.

TRAN-31	Формировать отчет с результатами варианта расчета в виде файла Excel	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Сделано	Нет решения	02/ноя/20	05/ноя/20
TRAN-30	Создать дашборд с пользователями для формирования исходных данных конкретного варианта расчета	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	В работе	Нет решения	02/ноя/20	05/ноя/20
TRAN-29	Доработать универсальную модель расчета задачи оптимизации	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	02/ноя/20	31/яно/20
TRAN-28	Сделать возможность пользователю создавать несколько вариантов расчета	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	В работе	Нет решения	02/ноя/20	05/ноя/20
TRAN-27	Создать шаблон для копирования таблицы Варианты	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	02/ноя/20	21/яно/20
TRAN-26	Создать в базе данных таблицу Параметры	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	02/ноя/20	03/ноя/20
TRAN-25	Жуков А.И. Производственная практика	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Сделано	Нет решения	02/ноя/20	03/ноя/20
TRAN-24	Ошибка загрузки тестовых данных в таблицу TransportationCosts	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	02/ноя/20	03/ноя/20
TRAN-23	Реализовать первичный дизайн юз	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-22	Предумать начальный экран интерфейса	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-21	Предумать экраны меню интерфейса	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-20	Найти разработку дашборда(скриншот)	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-19	Рассмотреть реализацию Версии с использованием PostgreSQL	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-18	Поработать с AutoCAD	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-17	Протестировать логик Расчеты	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-16	Найти реализацию доработки(варианта) варианта решения задачи	Не назначен	Жуков Александр Иванович	✓	Готово	Готово	00/ноя/20	00/ноя/20
TRAN-15	Лавров В.В. Подумать решение с использованием Библиотеки Microsoft Azure Foundation	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	19/яно/20	19/яно/20
TRAN-14	Лавров В.В. Рефакторинг кода. Вынести логику подсчета(счета) в БД в отдельный скрипт	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	15/яно/20	15/яно/20
TRAN-11	Лавров В.В. Настроить обмен с репозиторием Bitbucket	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	22/яно/20	08/ноя/20
TRAN-10	Лавров В.В. Установить SQL Server 2014	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	22/яно/20	24/яно/20
TRAN-7	Лавров В.В. Создать базу данных для проекта на платформе SQL Server 2014	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	08/ноя/20
TRAN-6	Лавров В.В. Увеличить(уменьшить) условия решения задачи	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	08/ноя/20
TRAN-5	Лавров В.В. Диаграмма с результатами расчета	Жуков Александр Иванович	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	24/яно/20
TRAN-4	Лавров В.В. Экспорт в Excel	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	18/яно/20
TRAN-3	Лавров В.В. Обновление результатов расчета в экранном виде	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	13/яно/20
TRAN-2	Лавров В.В. Модель расчета задачи оптимизации	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	18/яно/20
TRAN-1	Лавров В.В. Создать интерфейс ввода исходных данных	Лавров Владимир Васильевич	Лавров Владимир Васильевич	✓	Готово	Готово	18/яно/20	13/яно/20

Рис. 1. Список задач в системе контроля версий и ошибок JIRA

Требования к функциональным характеристикам системы:

- 1) регистрация новых или ввод данных существующих пользователей;
- 2) реализация базы данных: пункты производства, пункты потребления стоимость транспортировки, база данных с реквизитами пользователей;
- 3) создание демонстрационной модели;
- 4) визуализация данных в виде диаграмм.

Для разработки выбран язык C# [9]. Требования к пользовательскому интерфейсу приложения, которые необходимо обеспечить для продуктивной работы пользователя:

- 1) интерфейс должен быть спроектирован с учетом целей, мотивов и потребностей целевой аудитории при использовании системы оптимизации и сбора статистики;
- 2) навигационные элементы интерфейса системы должны обеспечивать однозначное понимание пользователем их смысла и обеспечивать навигацию по всем доступным пользователю разделам системы и отображать соответствующую информацию;
- 3) в интерфейсе должна быть реализована визуализация полученных данных для удобства анализа;
- 4) интерфейс должен быть адаптивным, т.е. обеспечивать высокую степень удобства использования не только на широких настольных экранах, но и на портативных и планшетных устройствах.

Заключение. Автоматизированная система оптимизации стоимости транспортных перевозок в настоящее время создана и дорабатывается. Данный

веб-сервис поможет специалистам транспортно-логистического операционного отдела производить расчёт оптимальной себестоимости транспортных перевозок для любого количества пунктов производства; сократить время на формирование отчетных документов, сократить время поиска необходимой фактической отчетной информации за счет реализации эргономичного web-интерфейса.

Список использованных источников

1. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, С.И. Паршаков [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 307 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/40110>.
2. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП: учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/27839>.
3. Решение задачи оптимизации в среде программирования Microsoft Visual Studio (C#) / Гурин И.А., Спирин Н.А., Лавров В.В., Бякова М.А. Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции (17-19 декабря 2015 г.). Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2015. С. 41–45.
4. Решение оптимизационных задач на языке программирования Visual C# с использованием математических пакетов / И.А. Гурин, Н.А. Спирин, В.В. Лавров [и др.] // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды IV Всероссийской научно-практической конференции (12–15 апреля 2016 г.). В 2 ч. Ч.1 / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2016. С. 70–74.
5. Solving of mathematical problems in the C# based on integration with MATLAB / Gurin I.A., Lavrov V.V., Spirin N.A., Pershin A.A. // Proceedings - 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2020. May 2020, 9117751, Pages 432-435.
6. Столбовский Д.Н. Основы разработки Web-приложений на ASP.NET. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. – 304 с.
7. Шкляр Л., Розен Р. Архитектура веб-приложений – М.: Эксмо, 2011. – 640 с.
8. Система управления проектами и задачами JIRA компании Atlassian и ее применение [Электронный ресурс]: Лион-Софт 2005 – 2013. – URL: <http://jira.ru/jira.shtml>.
9. Джепикс Ф. Язык программирования C# 7 и платформы .NET и .NET Core / Джепикс Ф., Троелсен Э. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2018. – 1328 с.